

BAB VIII TUGAS KHUSUS

VIII.1. Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan utama bagi kehidupan manusia sehingga diperlukan kuantitas maupun kualitas yang baik agar tidak menyebabkan dampak yang buruk terhadap kesehatan dan lingkungan. Penggunaan air dapat dikategorikan dalam 2 kategori pemanfaatan, yaitu air rumah tangga dan air industri yang masing-masing harus memenuhi persyaratan tertentu. Persyaratan tersebut meliputi persyaratan fisik, kimia dan bakteriologis. Ketiga persyaratan tersebut merupakan suatu kesatuan, sehingga apabila terdapat satu parameter yang tidak memenuhi syarat, maka air tersebut tidak layak untuk digunakan.

Salah satu parameter kimia dalam persyaratan kualitas air adalah jumlah kandungan unsur Ca^{2+} dan Mg^{2+} dalam air, yang keberadaannya biasa disebut dengan kesadahan air atau *total hardness*. *Total hardness* dalam air sangat tidak dikehendaki baik untuk penggunaan rumah tangga maupun untuk penggunaan industri. Kandungan logam berat dalam air ini di dalam industri dapat menyebabkan kerak pada dinding peralatan sistem pemanasan, sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan industri, disamping itu dapat menghambat proses pemanasan. Masalah ini dapat mengakibatkan penurunan kinerja industri yang pada akhirnya dapat menimbulkan kerugian. Oleh karena itu persyaratan kesadahan pada air industri sangat diperhatikan.

Proses pelunakan (*softener*) air merupakan suatu proses pengolahan air yang bertujuan untuk menurunkan *total hardness* yang terkandung di dalam air. Proses pelunakan ini perlu dilakukan agar ketika air digunakan dalam kegiatan proses maupun sanitasi tidak memberikan dampak yang berbahaya baik bagi kesehatan maupun kekuatan tangki yang digunakan di dalam proses produksi di dalam pabrik.

Proses *softener* yang dilakukan oleh PT. Semen Indonesia (Persero) pada umumnya menggunakan bahan *lime soda* dan resin dengan proses yang terpisah. Kedua bahan ini setelah diproses kemudian dicampurkan menjadi satu untuk memenuhi kebutuhan air dalam pabrik. PT. Semen Indonesia (Persero) menggunakan kedua bahan tersebut karena kurangnya hasil air yang diperoleh dari proses *softener* dari bahan resin. Hal ini disebabkan karena debit air yang terdapat di dalam proses *softener* resin lebih kecil dibandingkan *lime soda*, sehingga diperlukan tambahan air dari proses *softener* dari bahan *lime soda*.

Penggunaan kapur dan *lime soda* di dalam proses *softener* dapat merugikan perusahaan karena modal yang diperlukan cukup besar untuk membeli bahan *tersebut*, selain itu *lime soda* tidak dapat diregenerasi seperti bahan resin dapat diregenerasi, oleh sebab itu dilakukan penelitian untuk mengetahui efektivitas kedua bahan dalam proses pelunakan air tersebut.

VIII.2. Tujuan Percobaan

1. Menganalisis dampak metode *softener* menggunakan *lime soda* dengan metode *softener* menggunakan resin penukar ion terhadap proses pengolahan air di PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk

VIII.3. Rumusan Masalah

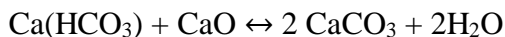
1. Bagaimana dampak metode *softener* menggunakan *lime soda* dengan metode *softener* menggunakan resin penukar ion terhadap proses pengolahan air di PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk?

VIII.4. Tinjauan Pustaka

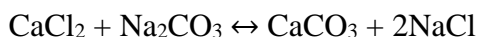
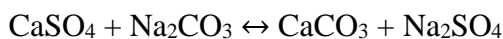
VIII.4.1 Lime Soda

Proses *lime soda* bertujuan untuk membentuk garam-garam kalsium dan magnesium menjadi bentuk garam-garam yang tidak larut, sehingga dapat diendapkan dan dapat dipisahkan dari air. Bentuk garam kalsium dan magnesium yang tidak larut dalam air adalah : kalsium bikarbonat ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) dan magnesium hidroksida ($\text{Mg}(\text{OH})_2$)

Untuk menghilangkan kesadahan sementara kalsium, perlu ditambahkan kapur. Reaksi yang terjadi:



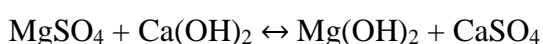
Untuk menghilangkan kesadahan tetap kalsium, ditambahkan soda abu. Reaksi yang terjadi:



Untuk menghilangkan kesadahan magnesium sementara, ditambahkan kapur + kapur



Untuk menghilangkan kesadahan magnesium tetap ditambahkan kapur + soda abu



Tahap 2 : $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{NaCl}$

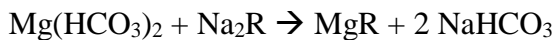
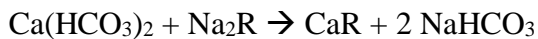
$\text{CaSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$

VIII.4.2. Resin Penukar Ion

Pada proses pertukaran ion, ion kalsium dan magnesium ditukar dengan ion sodium. Pertukaran ini berlangsung dengan cara melewatkan air sadah ke dalam unggun butiran yang terbuat dari bahan yang mempunyai kemampuan menukarkan ion. Terdapat beberapa bahan penukar ion yaitu: bahan penukar ion alam yang disebut *greensand* atau zeolit, kemudian bahan penukar ion zeolit buatan dan yang saat ini sering digunakan adalah bahan penukar ion yang disebut resin penukar ion.

Resin penukar ion umumnya terbuat dari partikel *cross-linked polystyrene*. Terdapat beberapa resin penukar ion yang diproduksi oleh berbagai pabrik dan dipasarkan masing-masing mempunyai nama dagang tersendiri. Untuk proses penghilangan kesadahan atau pelunakan, resin yang digunakan adalah resin penukar kation yang mengandung sodium.

Reaksi yang terjadi dalam proses *softening* dengan resin yaitu:



VIII.4.3. Total Hardness

Total hardness yang terdapat di dalam air dapat dikelompokkan dalam beberapa kategori yaitu:

- *Soft* : 0-30
- *Moderately soft* : 30-60
- *Moderately hard* : 60-120
- *Hard* : 120-180
- *Very Hard* : >180

Air yang digunakan dalam industri memiliki standart *total hardness* yang rendah. PT. Semen Indonesia memiliki batasan dalam memberikan standar *total hardness* maksimal sebesar 60 ppm. Apabila *total hardness* melebihi 60 ppm, maka air tidak dapat dialirkan ke *Bak Ground Process* karena diperlukan proses lebih lanjut.

VIII.5. Metode Percobaan

Air yang akan dialirkan menuju *Bak Ground Process* harus diketahui total *hardnessnya* terlebih dahulu.

1. Mengambil sampel air bahan *lime soda* (bagian bawah tangki *clarifier*) sebanyak 5 ml dan kemudian memasukkan ke dalam gelas ukur;
2. Memipet reagen ke dalam pipet tetes berskala;
3. Meneteskan reagen kedalam gelas ukur secara perlahan-lahan serta menggoyangkan gelas ukur hingga terjadi perubahan warna;
4. Mengamati hasil total hardness menggunakan alat ukur *Gesamtharte - Test*
5. Melakukan percobaan setiap 15 menit sebanyak 5 kali;
6. Mengulangi percobaan dengan mengganti sampel air bahan *lime soda* (atas) dan Resin penukar ion.

VIII.6. Hasil Percobaan**VIII.6.1. Data Total Hardness Metode Softener dengan Lime Soda**

Metode *Softener* dengan *lime soda* memiliki dua metode pengujian yaitu sampel air yang keluar dari atas dan bawah. Kedua sampel ini diperlukan untuk menentukan *adjustment* yang dilakukan bila sampel air memiliki *total hardness* yang tinggi.

1. Data Total Hardness Metode Softener dengan Lime Soda Sampel Atas

Data percobaan *total hardness* dengan menggunakan metode *softener* bahan *lime soda* sampel atas dapat dilihat pada tabel VIII.1.

Tabel VIII.1. Total Hardness Metode Softener dengan Lime Soda Sampel Atas

Waktu (Menit)	Total Hardness, ppm
15	30
30	40
45	30
60	30
75	30
90	30
105	40

2. Data *Total Hardness* Metode *Softener* dengan *Lime Soda* Sampel Bawah

Data percobaan *total hardness* dengan menggunakan metode *softener* bahan *lime soda* sampel bawah dapat dilihat pada tabel VIII.2

Tabel VIII.2. *Total Hardness* Metode *Softener* dengan *Lime Soda* Sampel Bawah

Waktu (Menit)	<i>Total Hardness</i> , ppm
15	30
30	40
45	30
60	20
75	10
90	DIS
105	DIS

VIII.6.2. Data *Total Hardness* Metode *Softener* dengan Resin

Metode *Softener* dengan resin memiliki satu kali pengujian karena air yang masuk kedalam tangki Resin hanya dilewatkan saja dan keluar melalui satu aliran pipa. Data percobaan *total hardness* metode *Softener* dengan resin dapat dilihat pada tabel VIII.3.

Tabel VIII.3. *Total Hardness* Metode *Softener* dengan Resin

Waktu (Menit)	<i>Total Hardness</i> , ppm
15	0
30	0
45	0
60	4
75	4
90	5
105	6

VIII.7. Pembahasan**VIII.7.1 Metode *Softener* dengan bahan *Lime soda***

Debit air yang keluar dari tangki *lime soda* sebesar 100 m³/jam. Kapur soda dan kapur ditambahkan serta dibuat larutannya untuk setiap proses *softener*. Tangki yang dibutuhkan

untuk proses ini berukuran besar, sehingga membutuhkan area yang memadai. Kapur soda dan kapur yang dibutuhkan dalam proses *softener* masing-masing sebanyak 3 ton/bulan. Tenaga kerja yang dibutuhkan untuk mengoperasikan proses sebanyak satu orang dan untuk perbaikan membutuhkan tenaga kerja yang banyak. Air yang dihasilkan dari proses ini masih mengandung kapur sehingga dapat mengakibatkan munculnya kerak di dalam dinding pipa dan dapat menyebabkan debit air menjadi lebih kecil karena terhambat kerak disekitar dinding pipa. pH air yang dihasilkan dari proses ini sekitar 9 sehingga masih bersifat basa. Proses *lime soda* membutuhkan daya yang besar dibandingkan resin, karena daya yang digunakan pada proses resin menggunakan daya pada proses amiat. *Total hardness* yang dihasilkan pada bahan *lime soda* tidak stabil dan perlu dilakukan pengujian secara terus menerus untuk mengetahui kadar *total hardness* yang terdapat dalam air. Apabila kadar kapur terlalu keruh di dalam air, maka reagen tidak dapat bereaksi sehingga terjadi *error/dis*, sehingga perlu penambahan atau pengurangan bahan baku sesuai kebutuhan.

Harga beli kapur sebesar Rp. 4000/kg dan harga beli *lime soda* sebesar Rp.6000/kg. Oleh sebab itu biaya yang dibutuhkan untuk proses selama satu bulan sebesar Rp. 30.000.000/bulan. Biaya proses yang diperlukan untuk *power* listrik sebesar Rp. 9.337.500/bulan.

Perhitungan:

Biaya kapur dan lime soda selama 1 bulan:

Harga kapur = Rp. 4.000,-/kg

Harga *lime soda* = Rp. 6.000,-/kg

Kebutuhan kapur dan *lime soda*: 3 ton/bulan = 3.000 kg/bulan

Biaya kapur = $4.000 \times 3.000 = \text{Rp. } 12.000.000,-$

Biaya *lime soda* = $6.000 \times 3.000 = \text{Rp. } 18.000.000,-$

Total biaya kapur dan lime soda = Rp. 30.000.000,-/bulan

Biaya power listrik yang selama 1 bulan, masing-masing alat digunakan selama 5 jam/hari

WP 1 dan 2 : 37 kW

MX 1 : 2 kW

MX 2 dan 3 : 1,5 kW

DI 1 dan 2 : 0,75 kW

DI 3 dan 4 : 0,25 kW

Keterangan:

WP = water pompa

MX = mixer

Total : 41,5 kW

Selama 5 jam : $41,5 \text{ kW} \times 5 \text{ jam} = 207,5 \text{ kWh}$

Diketahui biaya listrik/kWh = Rp. 1500

$$\begin{aligned} \text{Biaya Listrik yang dikeluarkan} &= 207,5 \frac{\text{kWh}}{\text{hari}} \times 1500 \times 30 \frac{\text{hari}}{\text{bulan}} \\ &= \text{Rp. 9.337.500} \end{aligned}$$

VIII.7.2 Metode *Softener* dengan bahan resin

Debit air keluar dari tangki resin sebesar $5 \text{ m}^3/\text{jam}$. Tangki yang digunakan untuk proses ini berukuran kecil, sehingga tidak memerlukan area yang besar. Waktu regenerasi resin dilakukan setiap 5 hari, akan tetapi bila NaCl yang digunakan memiliki kualitas yang bagus, maka dapat memberikan waktu proses yang lebih lama yaitu selama 2 minggu. Apabila resin yang dimasukkan ke dalam tangki baru, waktu regenerasi resin dilakukan setelah 1 bulan. Resin dapat digunakan selama 10 tahun dengan meregenerasi resin. Jumlah resin yang terdapat dalam 1 tangki sebanyak 350 kg dengan harga Rp. 85.000/kg. Proses regenerasi resin membutuhkan NaCl sebanyak 100 kg/regenerasi. Tenaga kerja yang dibutuhkan untuk mengoperasikan proses dan meregenerasi sebanyak satu orang. Air yang dihasilkan dari proses resin memiliki pH sekitar 7, sehingga air bersifat netral dan baik digunakan untuk sanitasi dan air proses. Air yang dihasilkan dari proses ini juga tidak membuat kerak pada aliran pipa, sehingga baik untuk digunakan untuk air proses. *Total hardness* yang dihasilkan pada proses ini sangat kecil dan stabil, sehingga alat yang digunakan dalam industri dapat tahan lebih lama. Proses resin yang stabil ini membantu tenaga kerja agar tidak perlu menguji sampel air secara terus menerus sehingga dapat melakukan pekerjaan lainnya.

Harga beli garam krosok dari *supplier* pabrik sebesar Rp. 1.000/kg. Proses regenerasi yang dilakukan selama satu bulan sebanyak 6 kali, sehingga biaya produksi yang dibutuhkan untuk membeli bahan tersebut Rp. 850.000/bulan. Biaya proses yang diperlukan untuk *power* listrik dalam proses ini menggunakan *power* listrik dari proses amiat sehingga dalam proses resin ini tidak memerlukan *power* tambahan.

Perhitungan:

Biaya garam krosok selama 1 bulan, dalam 1 bulan diperlukan 6 kali regenerasi Harga garam krosok = Rp. 1.000/kg

Kebutuhan garam krosok : 100kg/regenerasi

Harga resin = Rp. 85.000/kg

Kebutuhan resin dalam 1 tangki = 350 kg/10 tahun

Total biaya pembelian garam = $1.000 \times 100 \times 6$ = Rp. 600.000,-/bulan

$$\begin{aligned}\text{Total biaya pembelian resin} &= \frac{350 \times 85.000}{10 \text{ tahun}} \\ &= \text{Rp. } 29.750.000/\text{tahun} \\ &= \text{Rp. } 247.916/\text{bulan}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total biaya yang dikeluarkan untuk meregenerasi resin} &= 600.000 + 247.916 \\ &= \text{Rp. } 847.916 \\ &\approx \text{Rp. } 850.000\end{aligned}$$

VIII.7.3. Dampak Positif dan Negatif Penggunaan Bahan *Lime Soda* dan Resin

1. *Lime Soda*

Dampak positif yang diberikan oleh proses *softener* dengan menggunakan *lime soda* adalah sebagai berikut:

- Debit air yang dihasilkan dalam proses ini besar, sehingga mampu memenuhi proses produksi dalam pabrik;
- Pembuatan larutan dapat dilakukan dalam jumlah yang besar.

Dampak negatif yang terdapat dalam proses *softener* dengan menggunakan *lime soda* adalah sebagai berikut:

- Proses ini menghasilkan limbah kapur, sehingga perlu diproses agar tidak mencemari lingkungan;
- Menghasilkan kerak di dalam pipa proses sehingga dapat menyebabkan air kapur atau air yang dialirkan melalui pipa terhalang oleh kerak;
- pH yang terdapat dalam air tinggi sehingga perlu ditambahkan asam untuk menurunkan pH;
- Air yang dihasilkan masih mengandung kapur;
- Biaya yang diperlukan tinggi baik untuk pembelian bahan, reagen untuk uji test dan *power* listrik untuk proses;
- Membutuhkan waktu untuk mengendapkan kapur.

2. Resin

Dampak positif yang diberikan dalam proses *softener* dengan bahan resin adalah sebagai berikut:

- Air yang dihasilkan berkualitas tinggi karena *total hardness* yang ada di dalam air rendah (<30 ppm);
- Biaya proses lebih murah karena resin dapat diregenerasi dan *power* listrik yang dibutuhkan di dalam proses ini menggunakan *power* dari proses amiat;
- Area yang dibutuhkan untuk proses ini kecil karena tangki yang ada berukuran kecil;
- Proses maintenance lebih sederhana;
- Bahan NaCl yang digunakan untuk regenerasi dapat disimpan dalam waktu lama;
- Pengujian sampel air hanya dilakukan sekali dalam sehari, sehingga dapat menghemat bahan reagen yang mahal;
- Tidak menghasilkan kerak di dalam tangki alir dan pipa dalam proses resin, sehingga tangki alir dan pipa dapat bertahan lebih lama.

Dampak negatif yang diberikan dalam proses *softener* dengan resin adalah memiliki debit air yang kecil.

VIII.8. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan proses *softener* dengan menggunakan resin lebih efisien bila ditinjau dari aspek biaya, kualitas, waktu, dan tempat, dibandingkan jika menggunakan *lime soda*. Akan tetapi apabila hanya menggunakan proses resin, kebutuhan air dalam pabrik tidak dapat terpenuhi. Dengan demikian diperlukan lebih banyak tangki resin untuk proses *softener* tersebut, maka biaya dan kualitas air yang dihasilkan dapat menguntungkan PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. Untuk dapat memenuhi kebutuhan air dalam proses produksi semen dibutuhkan sekitar 25 tangki resin sehingga proses *softener* dengan bahan *lime soda* dapat dihilangkan.

Setelah mengamati dan mempelajari proses *softener* dengan bahan *lime soda* dan resin di bagian sub unit proses utilitas PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Proses *softener* dengan menggunakan resin menghasilkan *total hardness* dalam air lebih rendah dibandingkan menggunakan *lime soda*;

2. Resin yang digunakan dalam proses *softener* membutuhkan biaya yang rendah dalam hal pemenuhan bahan proses dan biaya *power* untuk proses resin, sedangkan proses dengan *lime soda* membutuhkan biaya yang besar;
3. pH air yang dihasilkan dalam proses resin lebih baik dibandingkan *lime soda*. pH yang tinggi dapat bersifat basa sehingga perlu diturunkan terlebih dahulu pH nya;
4. *Lime soda* membutuhkan area yang lebih besar dibandingkan resin untuk meletakkan tangki proses.

Saran

Saran yang kami berikan untuk PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk adalah limbah kapur yang dihasilkan dari proses *softener* dengan bahan *lime soda* perlu didaur ulang. Sebaiknya limbah kapur yang dihasilkan dari proses *softener* dengan *lime soda* ini digunakan untuk bahan baku alternatif pembuatan semen. Selain itu sebaiknya proses *softener* beralih dengan menggunakan proses resin agar dapat lebih menguntungkan pihak PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk.